УДК 621.791.75.037

СВАРКА С ИМПУЛЬСНОЙ ПОДАЧЕЙ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ КОЛЬЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ 30ХГСА

Д.А. Чинахов, О.Г. Брунов

Юргинский технологический институт Томского политехнического университета
E-mail: zver73@rambler.ru

Рассматривается проблема сварки среднелегированных мартенситно-бейнитных сталей в щелевую разделку. Описаны результаты исследований, выполненные на стали 30ХГСА сваркой с импульсной подачей электродной проволоки. Установлено, что данный способ сварки обеспечивает надежное качество формирования шва и работоспособность сварных соединений с щелевой разделкой.

Среднелегированные мартенситно-бейнитные стали обладают высоким комплексом эксплуатационных свойств и используются для производства ответственных сварных конструкций [1, 2]. Они обеспечивают высокую прочность конструкции при одновременном снижении ее металлоемкости. Однако, при сварке стали данного класса склонны к закалке и образованию холодных трещин. Под воздействием термического цикла сварки в зоне термического влияния (ЗТВ) формируются закалочные структуры, как правило, характеризующиеся большим значением твердости и малой вязкостью. Поэтому на ЗТВ приходится наибольший процент образования холодных трещин [3]. Необходимо также учитывать, что среднелегированные мартенситно-бейнитные стали (30ХГСА, 25ХГСА, 12Х2НЧА и др.) чувствительны к концентраторам напряжений, особенно после обычной закалки и отпуска, и охрупчиванию в результате насыщения водородом [2], что при высоких внутренних напряжениях или циклической нагрузке может служить причиной зарождения трещин и привести к разрушению сварной конструкции. Для получения качественного сварного соединения необходимо не только правильно выбрать сварочные материалы, разделку кромок, способ сварки и другие параметры, обеспечивающие нормальный процесс сварки, но и правильно оценить необходимость применения предварительной и последующей термообработки в сочетании с выбранной технологией и способом сварки. При этом нельзя забывать и об экономической стороне вопроса. Разрабатываемые технологии и способы сварки должны обеспечивать получение качественных соединений с более высокими эксплуатационными свойствами или не ниже тех, которые получают по уже существующим технологиям и способам, но с наименьшими затратами.

В Юргинском технологическом институте Томского политехнического университета разработан механизм с импульсной подачей электродной проволоки. Для оценки эксплуатационной надежности сварных соединений из стали 30ХГСА провели экспериментальные исследования с применением следующих способов сварки:

1) традиционный способ – сварка стационарной дугой с предварительным подогревом до температуры 350 °С и последующей термической обработкой при температуре 600 °С;
2) сварка с импульсной подачей электродной проволоки.

Во всех случаях производили механизированную многопроходную сварку поворотного стыка трубы диаметром 90 мм с толщиной стенки 20 мм в среде CO_2 в щелевую разделку сварочной проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм.

Режимы сварки образцов по традиционному способу определили на основе анализа зависимости механических характеристик многослойных сварных соединений стали 30ХГСА от параметров термического цикла сварки ($T_{под}$, $I_{св}$, $T_{то}$) [4]. Перед сваркой осуществляли подогрев деталей до температуры 350 °С. Для сварки образцов выбрали режим $I_{св}$=180...185 А, $U_д$=26...27 В, $V_{св}$=14...15 м/ч. После сварки изделия подвергались термообработке при $T_{то}$=600 °С. После термообработки сварные образцы остывали на воздухе до комнатной температуры. Полученные образцы подвергли механическим испытаниям (таблица) и провели микроанализ структуры сварного соединения (рис. 1).

Таблица. *Результаты механических испытаний сварных образцов из стали 30ХГСА*

Способ сварки	Временное сопротивление разрыву, МПа	Ударная вязкость, Дж/см² при 20 °С	Твердость	
			Шва, НВ	ЗТВ, HRC
1. Традиционный	540...640 / 590	138...150 / 144	163...171 / 167	22...23 / 22,5
2. С импульсной подачей электродной проволоки	650...670 / 660	131...138 / 135	163...173 / 168	29...30 / 29,5

Сварка образцов с импульсной подачей электродной проволоки осуществлялась на режиме $I_{св}$=175...180 А, $U_д$=26...27 В, $V_{св}$=10...11 м/ч с частотой подачи электродной проволоки 50 Гц (1 импульс – 1 капля) [5] без подогрева и последующей термообработки. Полученные образцы подвергли механическим испытаниям (табл.) и провели анализ микроструктуры сварного соединения (рис. 2).

Из таблицы видно, что механические свойства сварных соединений, полученных по двум способам, незначительно отличаются друг от друга. При этом значения механических свойств образцов, выполненных вторым способом, находятся в более

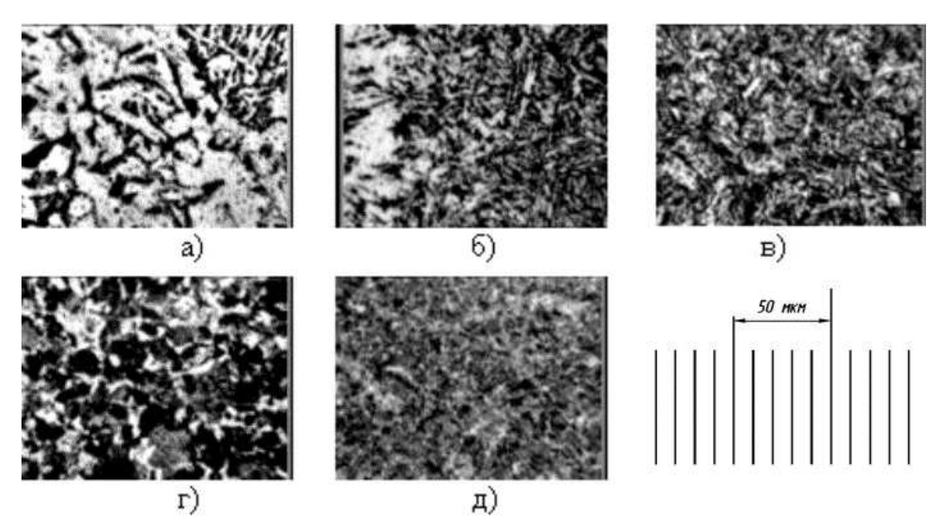


Рис. 1. Микроструктура сварного соединения из стали 30ХГСА, выполненного по традиционной технологии: а) шов; б) зона сплавления; в) участок перегрева; г) участок нормализации; д) основной металл

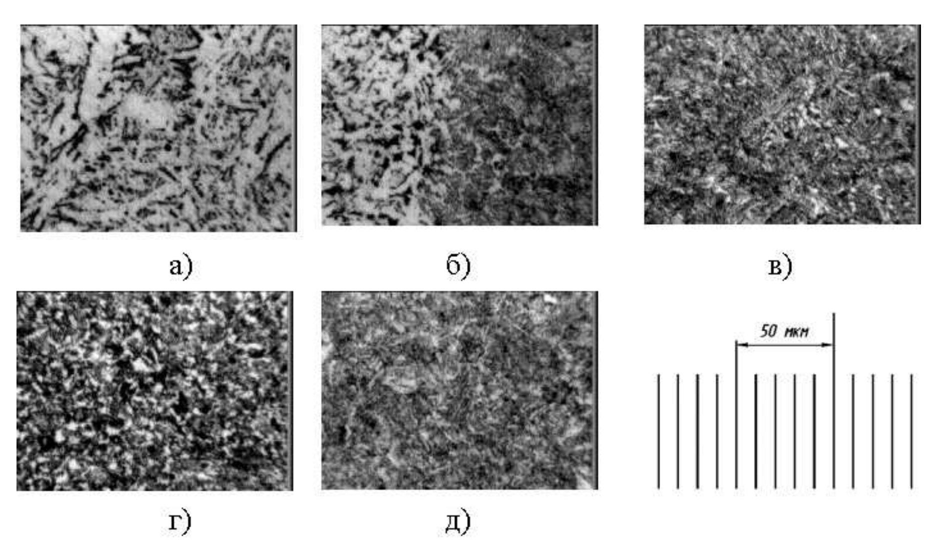


Рис. 2. Микроструктура соединения из стали 30ХГСА, выполненного сваркой с импульсной подачей электродной проволоки: а) шов; б) зона сплавления; в) участок перегрева; г) участок нормализации; д) основной металл

узком диапазоне, что говорит о бульшей стабильности процесса сварки. Сварка с импульсной подачей электродной проволоки обеспечивает более мелкую структуру шва и ЗТВ сварного соединения (рис. 2) за счет управления переносом электродного металла, при этом с увеличением вылета электрода (сварка в узкий зазор) стабильность управления переносом электродного металла практически не изменяется. Мелкодисперсная структура сварного соединения обеспечивает более высокую работоспособность сварной конструкции в целом, особенно это заметно при работе изделия под знакопеременными нагрузками. Стоит заметить, что сварные соединения, выполненные по второму способу, не подвергались термообработке. Устранение подогрева и послесварочной термообработки из технологического процесса сварки многослойных соединений сталей типа 30ХГСА позволило сэкономить до 3...4 $м^3$/ч горючего газа (ацетилен, природный газ) и до 3...4,5 $м^3$/ч кислорода, необходимых при выполнении термообработки свариваемых изделий. Одновременно уменьшается длительность технологического процесса изготовления единицы изделия (гидроцилиндра) и увеличивается производительность труда на 15...20 %.

По результатам испытаний установлено, что работоспособность сварных соединений, выполненных вторым способом, не уступает, а в некоторых случаях превышает работоспособность соединений, выполненных первым способом. При этом сварка с импульсной подачей электродной проволоки имеет ряд неоспоримых преимуществ: увеличение производительности процесса производства; увеличение стабильности процесса сварки, а значит и улучшение качества сварного изделия; снижение себестоимости сварного изделия за счет отсутствия затрат на подогрев и послесварочную термообработку и снижение трудовых затрат. Это позволяет рекомендовать сварку с импульсной подачей электродной проволоки для сварки среднелегированных мартенситно-бейнитных сталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т. 1. Свариваемость материалов. Справ. изд. / Под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991. – 528 с.
2. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
3. Сараев Ю.Н., Чинахов Д.А. Сварка в щелевую разделку стали 30ХГСА без подогрева // Сварочное производство. – 2002. – № 7. – С. 18–20.
4. Сараев Ю.Н., Чинахов Д.А. Регрессионные модели механических свойств многослойных сварных соединений стали 30ХГСА // Сварочное производство. – 2002. – № 5. – С. 3–5.
5. Федько В.Т., Брунов О.Г. Управление процессом сварки при импульсной подаче электродной проволоки // Технология металлов. – 2000. – № 8. – С. 27–30.

УДК 536.24:692.2:691.11:519.711.3